



Radioaallot ympäristössämme

Radioaallot ympäristössämme

Radioaaltoja hyödyntäviä laitteita on nykyään kaikkialla elinympäristössämme. Käytössä on esimerkiksi matkapuhelimia, langattomia internet-yhteyksiä ja mikroaaltouuneja. Myös TV:n katselu ja radion kuuntelu perustuu radioaaltojen vastaanottoon.

Tekninen kehitys menee vauhdilla eteenpäin. Taloihin kiinnitetään tukiasemia ja ympäristöön nousee korkeita mastoja. Kadulla kuljetaan matkapuhelin korvalla ja langattomia verkkoja asennetaan koteihin, työpaikoille ja kahviloihin.

Markkinoille tulee jatkuvasti uutta viestintäteknologiaa ja langattomuus saattaa olla ainoa tapa toteuttaa tiedonsiirto. Uusi sovellutusten yleistymisen on kuitenkin lisännyt ihmisten huolta laitteiden säteilyn terveysvaikutuksista.

Langattomassa tiedonsiirrosta antenni lähettää radioaaltoja vapaaseen tilaan kohti vastaanottimia. Osa radioaaltojen kuljettamasta energiasta jää väistämättä

antennin lähellä oleviin ihmisiin. Altistuminen riippuu eniten laitteen etäisyydestä ihmisiin, mutta myös lähettimen teho, taajuus, antennin ominaisuudet ja muu ympäristö vaikuttavat asiaan.

Radioaallot lämmittävät kudoksia

Radiotaajuisen säteilyn tunnetut terveysvaikutukset johtuvat aaltojen energian imeytymisestä kehoon ja sen aiheuttamasta lämpötilan noususta kudoksissa. Terveyshaittoja syntyy, mikäli kehon lämmönsäätelyjärjestelmä ei pysty poistamaan tätä ylimääräistä lämpöä. Lämpötilan noususta johtuvat haitat ilmaantuvat altistumisen aikana tai välittömästi sen jälkeen.

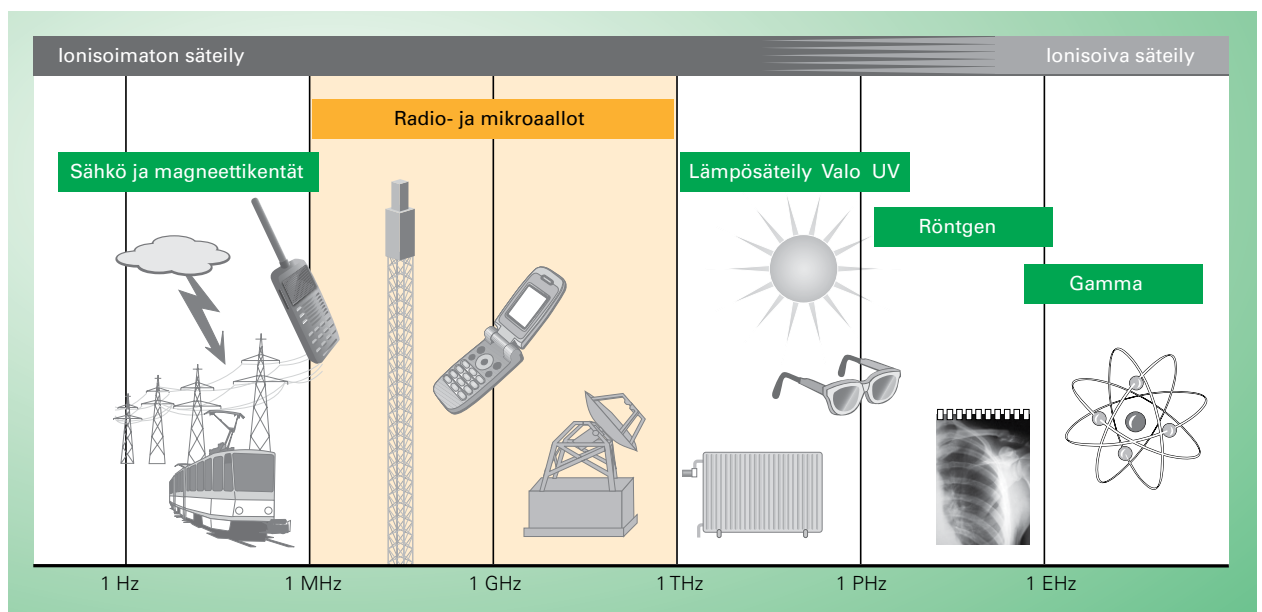
Näistä tieteellisesti todistetuista

haitallisista terveysvaikutuksista on johdettu väestön altistumisraajat. Samat rajat ovat käytössä muutamaa poikkeusta lukuun ottamatta kaikissa EU-maissa.

Välittömät terveyshaitat edellyttäisivät väestön altistumisrajojen moninkertaista ylittymistä. Näin suuria altistumisia esiintyy vain poikkeusolosuhteissa muutamissa työtehtävissä, kuten mastotöissä, tutka-asennuksissa ja suurtaajuuskuumennuksessa.

Normaaliolosuhteissa suurimman altistumisen aiheuttavat kehossa kiinni pidettävät laitteet, kuten matkapuhelimet ja muut langattomat päätelaitteet. Näiden aiheuttama altistuminen on enimmillään samaa tasoa kuin laissa säädetyt altistumisraajat.

Suuritehoisten kiinteiden lähettimien, kuten matkapuhelintukiasemien ja TV-lähettimien, aiheuttama altistuminen on selvästi pienempää, koska näiden antennit



Radioaalloilla tarkoitetaan sähkömagneettisen spektrin aluetta noin 3 kHz:stä 300 GHz:in. Mikroaalloilla tarkoitetaan yleensä yli 1 GHz taajuisia radioaaltoja. Taajuustasossa radioaaltojen alapuolella ovat pientaajuiset ja staattiset sähkö- ja magneettikentät ja yläpuolella infrapuna- ja näkyvä valo. Radioaaltoja käyttäviä laitteita ovat muun muassa matkapuhelimet, niiden tukiasemat, WLAN- ja muut langattomat tiedonsiirtolaitteet, mikroaaltouunit sekä tutkat.

sijoitetaan korkeisiin mastoihin tai katoille, joille ihmisillä ei ole pääsyä. Altistuminen on yleensä alle tuhannes- tai kymmenestuhannesosa ja enimmilläänkin vain muutamia prosentteja altistumisrajoista.

Joissakin tutkimuksissa on saatu viitteitä siitä, että jo lähellä rajoja oleva altistuminen voi aiheuttaa soluissa biologisia reaktioita, jotka eivät selity lämpenemisellä. Nykyisellä tiedolla ei voida vielä arvioida, onko näillä reaktioilla vaikutusta terveyteen, joten tutkimuksia jatketaan.

Matkapuhelimet ovat keskeisimpiä altistumisen aiheuttajia

Matkapuhelimet ovat nykyään merkittävin radiotaajuisten kenttien lähde ihmisen elinympäristössä. Niiden aiheuttama altistuminen on enimmillään samaa tasoa kuin altistumisrajat. Puhelimen aiheuttamaa altistumista kuvataan SAR-arvolla, joka ilmoitetaan mallikohtaisesti puhelimen käyttöohjekirjassa.

Koska altistumisen terveysvaikutuksista ei ole vielä riittävästi tutkimustietoa, Säteilyturvakeskus (STUK) toteaa, että lasten matkapuhelinten käyttöä on hyvä rajoittaa. Lasten kehittyvä elimistö on aikuisten elimistöä herkempi ulkoisille haittatekijöille ja elinikäinen altistumisaika on pidempi kuin aikuisena matkapuhelimen käytön aloittaneilla.

Puhelimen käyttäjän altistuminen riippuu monesta tekijästä. Tärkeimpiä näistä ovat puhelimen lähetysteho ja se, kuinka suuri osa tehosta imeytyy käyttäjän päähän.

Puhelimen lähetysteho määräytyy tukiasemayhteyden laadun mukaan; mitä lähempänä tukiasema on, sitä pienempää tehoa puhelin joutuu käyttämään. Puhelin siis säättää tehon aina mahdollisimman pieneksi siten, että yhteys tukiasemaan kuitenkin säilyy.

Normaalissa käyttöympäristössä tyypillinen lähetysteho ja siten myös altistuminen on GSM-puhelimilla noin kymmenesosa ja 3G-verkkoa käyttävillä puhelimilla sadasosa maksimitehosta. Huonossa kentässä, esimerkiksi kellarissa, liikkuvassa autossa tai junassa teho on lähempänä maksimia.

Päähän imeytyvän tehon osuus koko lähetystehosta määräytyy puhelimen mallin ja käyttötavan mukaan. Korvalla käytettäessä suuri osa puhelimen tehosta imeytyy päähän. Käyttäjä voi vähentää tätä parhaiten puhumalla handsfree-laitteen kautta siten, että puhelin on esimerkiksi pöydällä. Tällöin suurin osa puhelimen tehosta lähtee kohti tukiasemia ja vain hyvin pieni osuus imeytyy ihmiseen.

Sekä langattomia että langallisia handsfree-laitteita käytettäessä on muistettava, että puhelun aikana taskussa (kehossa kiinni) oleva puhelin säteilee lähellä oleviin kudoksiin suunnilleen yhtä paljon

Radioaaltojen biologiset vaikutukset eri altistumistasoilla

Altistumisen suuruus, SAR (paikallinen altistuminen)	Biologinen vaikutus
<1 W/kg	Ei todettuja terveyshaittoja
2 W/kg	Lämpötila nousee kudoksissa enimmillään noin 0,3 °C pitkäkestoisessa altistuksessa. Viitteitä proteiini muutoksista.
10 W/kg	Lämpötila nousee kudoksissa normaalin vaihteluvälin (37 ± 1 °C) ylärajalle, lievä lämpöaistimus.
50–100 W/kg	Lämpötilan nousu voi aiheuttaa kudosaivautia (palovamma, harmaakaihi).

SAR-arvo kuvaa altistumisen suuruutta

Altistumisen mittana käytetään yleisesti ominaisabsorptionopeutta eli SAR-arvoa (Specific Absorption Rate), joka kuvaa radioaaltoista kehoon tai sen osaan imeytyvää tehoa. Suureen yksikkö on W/kg.

Kun koko keho altistuu säteilylle, ylimääräinen lämpö on poistettava kehon ulkopuolelle hikoilemalla. Jos altistus taas on paikallista, riittää, että ylimääräinen lämpö tasaantuu ympäröiviin kudoksiin. Tämän vuoksi keho sietää paikallisesti suurempaa altistumista kuin jos altistuminen kohdistuisi koko kehoon.

Paikallisen altistumisen mittana käytetään SAR-arvoa 10 gramman kuutiomaisten kudossien keskiarvona. Kuution sivun pituus riippuu jonkin verran kudostyyppistä, mutta tyypillinen arvo on noin 2,2 cm.

Väestön SARin enimmäisarvot ovat koko keholle 0,08 W/kg, paikallisesti pään tai vartalon alueelle 2 W/kg ja raajojen alueelle 4 W/kg. Näin ollen esimerkiksi matkapuhelinten SAR-rajat on 2 W/kg.

SAR-rajat on johdettu helpommin mitattavia viitearvoja sähkökentälle (V/m), magneettikentälle (A/m) ja niistä lasketulle tehotiheydelle (W/m²). Jos kentänvoimakkuus on korkeintaan viitearvon suuruinen, siihen joutuva ihminen ei altistu pahimmassa tapauksessa SAR-rajat ylittävälle säteilylle. Pahinta tapausta määritettäessä on huomioitu ihmisten koko- ja painoerot sekä erilaiset asennot, joten useimmissa tapauksissa viitearvot lievästi ylittävä kenttä ei vielä aiheuta rajat ylittävää SAR-arvoa.

kuin se säteilisi päähän korvalla käytettäessä. Pienikin välimatka puhelimen ja kehon välillä vähentää altistumista kuitenkin merkittävästi, joten puhelinta kannattaa kantaa esimerkiksi vyökotelossa mieluummin kuin taskussa. Minimietäisyys puhelimen ja kehon välillä annetaan puhelimen käyttöohjeessa ja sitä on syytä noudattaa.

Matkapuhelinjärjestelmissä on myös erilaisia tiedonsiirto-ominaisuuksia (GPRS, EDGE, 3G), joiden avulla puhelimella voi esimerkiksi selailla internetiä tai yhdistää tietokoneen verkkoon. Matkapuhelin saattaa käyttää tiedonsiirrossa suurempaa tehoa kuin puhekäytössä. Tämän vuoksi puhelinta kannattaa pitää tiedonsiirron aikana mieluummin esimerkiksi pöydällä kuin taskussa.

Tiheä tukiasemaverkko vähentää matkapuhelinaltistusta
GSM-järjestelmän tukiasemaverkko kattaa koko Suomen. Lisäksi etenkin tiheästi asutuilla alueilla on käytössä 3G- eli UMTS-verkko.

Matkapuhelimen aiheuttamaa altistumista voi vähentää merkittävästi

- vältä puheluita huonossa kentässä, kuten kellarissa tai liikkuvassa autossa tai junassa
- käytä handsfree-laitetta (langaton tai langallinen) ja pidä puhelinta puhelun aikana esimerkiksi pöydällä
- valitse puhelinmalli, jossa on pieni SAR-arvo. Tieto löytyy puhelimen käyttöohjekirjasta tai erilliseltä lapulta myyntipakkauksesta.

Matkapuhelinten valvonta

Matkapuhelinten aiheuttamaa säteilyaltistumista rajoitetaan EU:n alueella telepäätelaitteita koskevalla direktiivillä (1999/5/EY), EU:n neuvoston suosituksella (1999/519/EY) ja kansallisilla säädöksillä. Puhelinten säteilyn valvonta perustuu omavalvontaperiaatteeseen siten, että laitteiden valmistaja, EU:n alueelle tuoja tai viimekädessä myyjä vastaa laitteiden vaatimustenmukaisuudesta. Käytännössä valmistajat mittaavat kaikkien puhelinmalliensa SAR-arvon ja varmistavat, että raja-arvo ei ylitä.

STUK valvoo viranomaisena markkinoilla olevien matkapuhelinten säteilyturvallisuutta testaamalla pistokokein eri puhelinmalleja. Tähän asti mitattujen puhelinten SAR-arvot ovat vaihdelleet välillä 0,2 ja 1,4 W/kg ja täten alittaneet raja-arvon 2 W/kg. Mitatut arvot ovat myös lähes kaikissa tapauksissa olleet mittaasepävarmuuden rajoissa samansuuruiset kuin valmistajan ilmoittamat arvot. Ajantasaiset mittaustulokset ovat saatavilla STUKin internetsivustolta (www.stuk.fi).

SAR-testauksen periaatteena on, että mitattu SAR on ainakin yhtä suuri kuin todellisessa suurimman altistuksen aiheuttavassa puhelimen käyttötilanteessa eli tilanteessa, jossa puhelin on huonossa kentässä ja puhelimen käyttäjä puhuu jatkuvasti. Puhelimen tekniikka, erilaiset käyttöasennot ja käyttäjän anatomiset ominaisuudet otetaan testissä huomioon. Puhelin toimii testauksessa jatkuvasti täydellä teholla.

Normaalissa käyttötilanteessa altistuminen on yleensä vähäisempää, koska puhelimen lähetysteho säätyy tukiasemasignaalin voimakkuuden mukaan alemmalle tasolle akun säästämiseksi. Lisäksi puhelinta käytettäessä osan aikaa kuunnellaan, jolloin puhelin säätää lähetystään harvemmaksi ja SAR laskee tyypillisesti noin 30 prosenttia.

Suomessa käytetään GSM 900, GSM 1800 ja 3G- eli UMTS-taajuusalueiden puhelimia. Kaikki nykyiset GSM-puhelimet toimivat sekä 900 MHz että 1800 MHz taajuusalueilla. 3G-puhelimet toimivat 3G verkossa jos sellainen on saavilla, muulloin ne käyttävät GSM-verkkoja.

Matkapuhelinverkko koostuu kolmen tyyppisistä tukiasemista, eli makro-, mikro- ja pikosoluista.

Makrosolutukiasemien kanta-ama on muutamasta kilometristä 20 kilometriin. Mikrosolutukiasemat hoitavat liikennettä muutamien satojen metrien säteellä, eli esimerkiksi yhdellä kadulla tai aukiolla. Pikosolutukiasemia käytetään esimerkiksi yksittäisten kokoustilojen tai paikallisten katvealueiden kapasiteetin kasvattamiseen.

Pikosolutukiasemat saattavat sijaita hyvin lähellä ihmisiä, mutta niiden lähetysteho on suunnilleen sama kuin yksittäisen matkapuhelimen. Vastaavasti makrosolutukiasemissa käytetään

suurempia tehoja, mutta antennit ovat korkealla mastossa tai katolla, jolloin ihmiset eivät joudu niiden keilaan. Tämän vuoksi tukiasemien aiheuttama altistuminen on yleensä hyvin vähäistä. Antennien lähellä sijaitsevilla asunnoilla mitatut tehotiheydet ovat olleet 0,01–0,5 prosenttia altistumisen enimmäisarvoista.

Lähellä oleva tukiasema jopa yleensä vähentää ihmisiin kohdistuvaa altistumista, koska matkapuhelimet lähettävät hyvässä kentässä huomattavasti pienemmällä teholla kuin kaukana tukiasemasta.

Yleisöltä suljetuissa paikoissa, kuten kerrostalojen katoilla, tilanne voi olla toinen. Suurite-



Suurten lähettimien antennit sijoitetaan kantaman parantamiseksi korkeisiin mastoihin ja antennien keilat pyritään suunnittelemaan siten, että lähetys jakautuisi mahdollisimman tasaisesti eri etäisyyksille. Tämän vuoksi maan tasalle osuva tehotiheys on pieni maston lähelläkin.

hoisimmat tukiasemat saattavat aiheuttaa lähietäisyydellä antennin edessä selvästi rajat ylittävää altistumista, joten tukiasema-antennien välittömään läheisyyteen ei ole syytä mennä.

Naapurin langaton verkkoyhteys ei aiheuta säteilyvaaraa

Langattoman lähiverkon eli WLANin (Wireless Local Area Network) avulla tietokone saadaan yhdistettyä esimerkiksi internetiin langattomasti käyttämällä mikroaaltoja tiedon siirtämiseen. Yksittäisen

tukiaseman peittoalue on varsin pieni, joten WLANia käytetään tyypillisesti muulla tavoin toteutetun internetyhteyden, esimerkiksi ADSL:n jatkeena. Muun muassa kahviloiden, hotellien ja kokoussalien langattomat internetyhteydet toteutetaan usein WLANin avulla.

Laajakaistaan yhdistetyt WLAN-tukiasemat ovat hyvin yleisiä myös kotikäytössä, sillä langaton verkkosovitin on vakiovarusteena lähes kaikissa kannettavissa tietokoneissa.

WLAN-laitteen aiheuttama

altistuminen on suurimmillaan noin 1 W/kg, jos laitteen antenni koskettaa kehoa. Altistumista on helppo vähentää merkittävästi käyttämällä tietokonetta niin, että koneen WLAN-kortin antennin ja kehon väliin jää edes muutamia senttejä. Tämä koskee myös muita langattomien verkkoyhteyksien päätelaitteita kuten 3G-laajakaistasovittimia eli niin sanottuja Mokkuloita.

Monissa kannettavissa koneissa on sisäinen antenni. Sen sijainti selviää parhaiten kysymällä lait-



Tukiasema-antennien välittömään läheisyyteen ei ole syytä mennä.



WLANilla varustettua tietokonetta kannattaa käyttää mieluummin pöydällä kuin sylissä.

teen myyjältä. Yleinen sijoituspaikka on näytön yläreunassa.

Tyypillisessä internetselailussa suurin osa tiedonsiirrosta tapahtuu tukiasemasta päätelaitteeseen (download), joten päätelaite lähettää ja aiheuttaa altistumista vain osan ajasta. WLANin voi myös kytkeä pois päältä, jollei sitä tarvitse.

WLAN-tukiasemassa on samanlainen lähetin kuin tietokoneen päässä. Tukiasema voidaan kuitenkin sijoittaa siten, että sen aiheuttama altistuminen on hyvin vähäistä. Esimerkiksi yli metrin päässä sijaitsevan lähettimen aiheuttama kentänvoimakkuus on alle tuhannesosan altistumisrajoista. Naapurin WLAN-tukiasema ei siis aiheuta säteilyvaaraa.

Suuremman peittoalueen tukiasemiin perustuvia langattomia internetyhteyksiä voidaan toteuttaa esimerkiksi @450-, WiMAX- ja 3G-tekniikoilla. @450 ja WiMAX-tukiasemat ovat korkeissa mastoissa, joten niiden maanpinnalle aiheuttama tehotiheys on kaikkialla pieni. 3G-yhteydet (Mokkula) toteutetaan matkapuhelintukiasemien välityksellä. Ne ovat joko pienitehoisia tai sijaitevat paikoissa, joihin ei ole pääsyä. @450-, WiMAX- ja 3G-tukiasemat eivät näin ollen aiheuta merkittävää altistumista.

Yleisimmät Bluetooth-laitteet ovat hyvin pienitehoisia

Bluetooth-tekniikkaa käytetään esimerkiksi matkapuhelimen ja handsfree-kuulokkeen tai tietokoneen ja lisälaitteiden yhdistämiseen. Lähettimiä on kolmentyyppisiä. Niiden kantamat ovat noin yksi, kymmenen tai sata metriä. Suurimman kantaman lähettimiä on lähinnä kannettavissa tietokoneissa. Näiden SAR-arvot ovat enimmillään noin 0,5 W/kg laitteen antennin ollessa kiinni kehossa.

Matkapuhelinten langattomis-

sa handsfree-laitteissa on lyhyen kantaman lähetin ja niiden aiheuttama altistuminen on enimmillään prosenttien osia altistumisrajoista. Sama koskee muun muassa tietokoneiden langattomia hiiriä.

TV-kuvakin lähetetään radioaaltojen välityksellä

Ääniradio on yksi vanhimmista radioaaltojen sovelluksista. Yleisradion radiolähetykset alkoivat vuonna 1926 ja TV-lähetykset vuonna 1955.

Radio- ja TV-lähettimien tehot ovat suuria, koska yksittäisen lähettinaseman kantama voi olla yli sata kilometriä. Antennit sijoitetaan kantaman parantamiseksi korkeisiin mastoihin ja antennien keilat pyritään suunnittelemaan siten, että lähetys jakautuisi mahdollisimman tasaisesti eri etäisyyksille. Tämän vuoksi maan tasalle osuva tehotiheys on pieni ja altistuminen yleensä 0,001–0,1 prosenttia rajoista. Radio- ja TV-vastaanottimet eivät säteile.

Mikroaaltouunissa lämmitetty ruoka ei säteile

Lähes jokaisesta keittiöstä löytyvä mikroaaltouuni on matkapuhelimen jälkeen ehkä yleisin mikroaaltosovellus Suomessa.

Uunin mikroaaltoteho on suuri, mutta mikroaallot vaimenevat välittömästi, kun uuni sammutetaan. Uuniin tai lämmitettävään ruokaan ei jää säteilyä.

Uunin ollessa päällä mikroaalloista ei ole vaaraa, jos uuni on ehjä. Mikroaallot eivät läpäise uunin luukun reikäverkkoa eivätkä seiniä. Luukun reuna on tiivistetty niin sanotulla aaltoloukulla. Kaikissa mikroaaltouuneissa on oltava lisäksi kaksi toisistaan riipumatonta turvakytintä, jotka estävät uunin käynnistämisen luukku auki.

On kuitenkin hyvä muistaa, että aaltoloukun läpi pääsee aina

vuotamaan hiukan mikroaaltoja. Ruuan lämpenemistä ei kannata näin ollen seurata aivan kasvot kiinni luukussa, mutta jo puolen metrin päässä uunista säteily on vaimentunut muutamaan prosenttiin altistumisrajoista.

Jos uunin luukku tai sen karmi on silminnähdessä vääntynyt, halkeillut tai lommoilla, aaltoloukku saattaa vuotaa enemmän eikä vioittunutta uunia tule käyttää.

Jos uunin kunto epäilyttää, vuotosäteilymittauksia voi tiedustella kodinkonehuolloista. Uunin tiiviyttä ei sen sijaan voi testata matkapuhelimella. Luukun aaltoloukku toimii vain uunin käyttöaajuudella, joten uunin sisään laitettu matkapuhelin säilyttää yhteyden tukiasemaan ja puheliimeen voi soittaa, vaikka uuni toimikin moitteettomasti.

Itkuhälytyn on järkevää sijoittaa vauvan ulottumattomiin

Itkuhälytyn lähettää heräävän vauvan äänet radioyhteyden avulla hoitajan kantamaan vastaanottimeen. Lapsen viereen asetettu lähetinosa aiheuttaa radioaalloille altistumista, jonka suuruus riippuu laitteen tekniikasta.

Altistuminen on kuitenkin tyypillisesti lyhytkestoista. Itkuhälyttimet lähettävät radioaaltoja vain saadessaan ääniherätteen (lapsen itkiessä), joten altistumista tapahtuu vain hetken ajan lapsen herätessä.

Suurin osa laitteista käyttää pientä tehoa ja niiden kantama on noin 100–300 metriä. Tällaisten itkuhälyttimien aiheuttama altistuminen on hyvin vähäistä.

Joissain laitteissa käytetään kuitenkin suurempaa tehoa, jolla päästään jopa kolmen kilometrin kantamaan. Kehoon kiinni painetun laitteen aiheuttama SAR on tällöin enimmillään noin 20 prosenttia altistumisrajoista. Tämän vuoksi itkuhälytyn kannattaa aina

Kodin laitteet eivät aiheuta altistumisrajoja ylittävää radiotaajuista säteilyä. Voit kuitenkin vähentää turhaa altistumista merkittävästi muutamilla yksinkertaisilla keinoilla.



Esimerkkejä altistumisesta radiotaajuiselle säteilylle erilaisissa arkipäivän tilanteissa

Tilanne	Altistuminen (verrattuna rajaan)	Huomaa
Puhelu matkapuhelimella huonossa kentässä, autossa tai junassa	10–60 %	Puhelinmallien välillä on eroja. Mallikohtainen SAR-arvo kuvaa altistumista hyvin huonossa kentässä.
Kannettava tietokone sylissä, WLAN-kortin antenni tai 3G-modeemi (mökkula) koskettaa kehoa	50 %	Antennin tai modeemin saa yleensä helposti kauemmas kehosta. Pienikin etäisyys vähentää altistumista merkittävästi.
Pidemmän kantaman PMR-tyyppinen itkuhälytin kosketusetäisyydellä vauvasta	20 %	Muiden itkuhälytintyyppien aiheuttama altistuminen on selvästi vähäisempää.
Langaton puhelin (DECT)	5 %	Langattoman puhelimen telakkaosan teho on sama kuin puhelinosan, mutta etäisyys käyttäjään selkeästi suurempi.
Mikroaaltouuni, lämmitys käynnissä, etäisyys 50 senttimetriä	5 %	Suurimmalla sallitulla vuotosäteilyn arvolla. Käytännössä uunit vuotavat selvästi vähemmän. Lämmitetty ruoka ei säteile.
Puhelu matkapuhelimella kaupunkialueella kävellessä	0,1–5 %	Puhelin säättää tehoa alaspäin, kun yhteys tukiasemaan on hyvä.
Puhelu matkapuhelimella langatonta handsfreetä käyttäen (puhelin esim. pöydällä)	<1 %	Handsfree vähentää altistumista merkittävästi, kun puhelin on kauempana kehosta.
Samassa bussissa tai junavaunussa useita matkapuhelimeen puhuvia	<1 %	Vain kehon lähellä käytettävä puhelin altistaa merkittävästi.
Matkapuhelintukiasema mastossa 100 metrin päässä	<1 %	Jos masto on lähempänä, pääkeila on niin korkealla, että altistuminen saattaa olla jopa pienempää.
Itkuhälytin 30 senttimetrin etäisyydellä vauvasta	<1 %	Itkuhälytin on hyvä sijoittaa pienen etäisyyden (noin 30 senttimetrin) etäisyydelle vauvasta.
Matkapuhelintukiasema asunnon katolla, ulkoseinällä tai vastapäisen talon katolla	<0,1 %	Oikein asennettujen tukiasemien keila ei osoita suoraan lähietäisyydellä olevaan paikkaan, johon yleisöllä on vapaa pääsy.
Radio- ja TV-lähetykset	0,001–0,1 %	Digitaalisiin TV-lähetyksiin siirtyminen ei lisännyt altistumista.

sijoittaa siten, ettei lähetin ole kiinni lapsen kehossa. Jos välimatka on esimerkiksi 30 senttimetriä, altistuminen on kaikissa tapauksissa alle sadasosan altistumisrajoista.

Langattomien puhelinten SAR-arvo on pieni

Kiinteään puhelinlinjaan kytkettävää langatonta eli DECT-puhelinta voidaan käyttää matkapuhelimen tavoin, mutta vain pienellä alueella esimerkiksi kotona. Tekniikkaa

hyödynnetään myös toimistojen ja kauppojen sisäpuhelinjärjestelmänä. Puhelimen kantama on pieni, joten sen lähetysteho on matala.

DECT-puhelinten SAR-arvot ovat julkaistujen mittaustulosten mukaan enimmillään viisi prosenttia altistumisrajoista. Tukiaseman lähetysteho on sama kuin siihen kytketyn puhelimen, mutta tukiaseman aiheuttama altistuminen on huomattavasti pienempää, koska käyttäjä ei ole kosketuksessa antenniin.

Handsfreeta kannattaa käyttää myös radiopuhelimien kanssa

Radiopuhelimilla voidaan puhua useille vastaanottajille kerralla ja nopeasti ilman linjan erillistä avaamista. Esimerkiksi metsästyssseurat ja veneilijät käyttävät luvanvaraisia radiopuhelinjärjestelmiä. Poliisia, pelastuslaitosta ja muita viranomaisia varten on oma VIRVE-verkkonsa. Saatavilla on myös luvista vapautettuja puhelinpareja yksityiskäyttöön.

Esimerkiksi PMR446-nimellä

myytävillä puhelinpareilla voidaan pitää yhteyttä enintään noin kolmen kilometrin päähän ja perinteisillä LA-puhelimilla kauemmaksikin.

Radiopuhelimilla lähetetään tyypillisesti lyhyitä viestejä, joten radioaalloille altistutaan vain hetkellisesti. Lisäksi puhelimia pidetään yleensä kasvojen edessä, jolloin antenni ei kosketa päätä.

Suuritehoisimpien radiopuhelinten SAR-arvo saattaa kuitenkin olla puhetta lähetettäessä lähellä altistumisrajaa. Tämän vuoksi puhelimia kannattaa käyttää siten, että antenni on mahdollisimman kaukana päästä. Useisiin radiopuhelimiin on myös saatavilla korvakuulokkeita ja ulkoisia mikrofoneja, jotka vähentävät päähän kohdistuvaa altistumista.

Tutkien sijoittelussa tulee huomioida turvaetäisyydet

Tutkia käytetään moniin tarkoituksiin muun muassa merenkulussa, ilmailussa, maanpuolustuksessa ja ilmatieteessä. Tutkalla pystytään havaitsemaan kohteita jopa satojen kilometrien päästä lähettämällä lyhyitä mikroaaltopulsseja pyörivällä tai käännettävällä antennilla ja mittaamalla niiden takaisinheijastumista. Antennin suunnasta, heijastuksen viiveestä ja voimakkuudesta voidaan päätellä kohteen suunta ja etäisyys ja arvioida sen kokoa.

Tutkan aiheuttamaan altistumiseen vaikuttaa tutkan keskimääräinen teho, antennin tyyppi ja sen etäisyys ihmisistä.

Yksittäisen tutkapulssin teho voi olla hyvin suuri, mutta pulssin kesto on tyypillisesti 100–10000 kertaa pienempi kuin peräkkäisten pulssien väli. Näin ollen tutkan keskimääräinen teho on 100–10000 kertaa teknisissä tiedoissa ilmoitettavasta pulssitehosta pienempi.

Suurinta pulssitehoa käytetään pitkän kantaman tutkissa. Näissä pulsseja lähetetään kuitenkin harvakseltaan, koska seuraava pulssi ei saa lähteä ennen heijastuksen saapumista. Vastaavasti lyhyellä kantamalla pulsseja voidaan lähettää tiheämmin, mutta pienempi pulssiteho riittää. Tutkan aiheuttama altistuminen ei siten riipu suoraan kantamasta vaan pulssien tehon ja toistovälin muodostamasta keskimääräisestä tehosta.

Kaikkien tutkien antennit kohdistavat mikroaallot kapeaan keilaan. Mikroaaltojen tehotiheys kapeassa keilassa voi olla suuri vielä kaukanakin itse tutkasta. Antennit ovat kuitenkin useimmiten tyypiltään pyöriviä, jolloin keila osuu altistuvaan ihmiseen vain hetkellisesti joka pyörähdyksellä. Tämä pienentää altistumista merkittävästi.



Suurimmat tutkat asennetaan siten, että niiden läheisyyteen ei ole pääsyä eikä niistä siten aiheudu vaaraa sivullisille. Esimerkiksi lentoasemilla ja puolustusvoimien tutka-asemilla antennien ympärillä on aina suoja-aita, jonka ulkopuolella keila on jo korkealla maanpinnan yläpuolella.

Sen sijaan laivoissa ja veneissä olevien merenkulkututkien antennit saattavat olla hyvin lähellä paikkoja, joihin matkustajilla on pääsy. Antenni kannattaakin sijoittaa mahdollisimman korkealle siten, että se on selvästi veneessä olevien ihmisten yläpuolella. Riittävä laitetyyppikohtainen turvateisyyden syytä selvittää esimerkiksi laitteen käyttöohjeesta tai maahantuojalta.

Suurissa aluksissa käytettävien tutkien turvateisyyden saattaa olla pitkä ja esimerkiksi etukan- nelle sijoitettu antenni on samassa tasossa ja lähellä laivan oleskeluti- loja. Tällöin tutkissa on kuitenkin oltava sektorisammutus, eli lähe- tin sammutetaan siksi aikaa kun keila osoittaa laivaa kohti.

Nykytiedon mukaan mikro- aaltojen haitallisten terveysvai- kutusten syntyyn vaikuttaa vain keskimääräinen teho useamman minuutin keskiarvona. Pulssimai-

sella tutkasäteilyllä on kuitenkin havaittu yksi erityisvaikutus, jonka vuoksi altistumisrajoissa on erillinen raja pulssin energialle eli pulssin voimakkuudelle kerrottuna sen pituudella. Pulssimainen tutkasäteily saattaa aiheuttaa pienestä, mutta hyvin nopeasta lämpölaajenemisesta johtuvaa vä- rähtelyä kallossa. Väpähtely kuu- luu korvissa surinana, jos pulssin toistotaajuus on ihmisen kuulo- alueella. Tämä ei ole varsinaisesti vaarallista, mutta varmasti häi- ritsevää esimerkiksi nukkumaan mentäessä.

Radioamatöörin antenni voidaan sijoittaa turvallisesti katolle

Radioamatööritoiminta on harras- tus, jossa pidetään yhteyttä toisiin harrastajiin ympäri maailman omilla radiolähettimillä sekä kou- luttaudutaan ja tehdään radiotek- nisiä kokeiluja. Radioamatööreillä on ollut suuri merkitys radiotek- niikan kehityksessä ja harras- tukselle onkin varattu monia taa- juusalueita. Radioamatöörejä on Suomessa noin 6 000 ja maailman- laajuisesti yli kolme miljoonaa.

Radioamatöörien antennit on usein sijoitettu korkeisiin mastoi- hin, jolloin signaali saadaan kan- tamaan kaukaisiin kohteisiin. Kun

antennit ovat korkealla ihmisten yläpuolella, niiden aiheuttama al- tistuminen on vähäistä.

Pienempään mastoon tai talon katollekaan asennetut antennit eivät tehtyjen mittausten mukaan aiheuta merkittäviä tehotiheyksiä alla oleviin asuntoihin tai piha- alueille. Suuritehoisimpien läheti- nantennien viereen ei kuitenkaan pidä mennä lähettimen ollessa päällä.

Uusia pienitehoisia radiolaitteita tulee markkinoille jatkuvasti

Pienitehoisia lyhyen kantaman radiolähettimeä on Bluetooth- laitteiden lisäksi hyvin paljon. Esimerkiksi autojen keskuskuki- tuksen kaukosäätimet, sykemitta- rien vyöt, moottoripyöräilijöiden kypäräpuhelimet ja langattomat kodin hälytyslaitteet käyttävät tie- donsiiirtoon pieniä radiolähettimeä. Näiden aiheuttama altistuminen on matalan lähetystehon vuoksi hyvin vähäistä, vaikka laitteet oli- sivat käytettäessä kiinni kehossa.

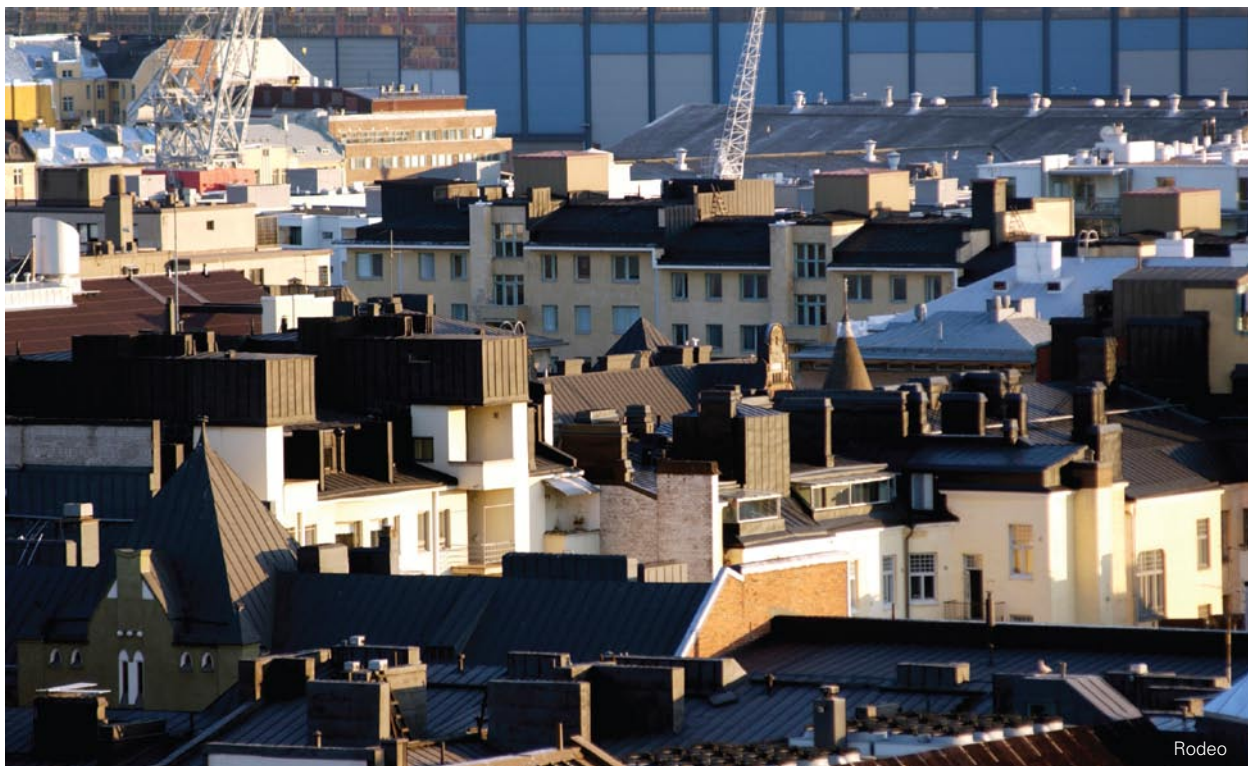
Myös viime vuosina voimak- kaasti yleistyneet RFID-laitteet (radiotaaajuinen etätunnistus) toi- mivat nimensä mukaisesti radio- aalloilla. Tekniikan sovelluksia on esimerkiksi kauppojen tuotesuo- japortissa eli varashälyttimissä, varastojen logistiikassa ja kulun- valvonnassa.

Tuotteisiin kiinnitettävät tun- nisteet lähettävät radioaaltoja hy- vin pienellä teholla tai eivät ollen- kaan. Lukulaitteiden aiheuttama altistuminen on hyvin hetkellistä. Esimerkiksi RFID-tekniikkaan perustuvan tuotesuojaportin läpi kävelevä asiakas altistuu radioaal- loille alle sekunnin ajan kaupasta poistuessaan.

Kokonaisaltistuminen ei ole riippuvainen lähteiden määrästä
Mikään yksittäinen radiolaitte ei oikein käytettynä ja asennettuna aiheuta rajat ylittävää altistu-



Esimerkiksi sykemittarin vyöosa lähettää tiedon sykkeestä ranteessa pidettävään näyt- töön pienitehoisen radiolähtetimen avulla.



Elinympäristössämme tyypillisesti yksi tai kaksi lähimpänä sijaitsevaa lähdettä aiheuttaa suurimman osan altistumisesta ja muiden lähteiden vaikutus on vain prosentin osia kokonaisuudesta.

Lähellä kehoa olevat lähteet altistavat paikallisesti, jolloin SARin enimmäisarvo on 2 W/kg. Kauempana sijaitsevien lähteiden aiheuttama altistuminen jakautuu tasaisemmin ihmiseen. Koko kehon keskiarvona määritetyn SARin enimmäisarvo on 0,08 W/kg.

mista väestölle. Mutta mikä on kaikkien laitteiden yhteisvaikutus eli kokonaisaltistus, kun erilaisten lähteiden määrä elinympäristössämme voi olla hyvinkin suuri?

Lähiympäristössä olevien lähteiden lukumäärä ei vaikuta yleensä merkittävästi kokonaisaltistumiseen. Käytännössä merkittäviä ovat vain muutamat lähimpänä sijaitsevat lähteet, sillä radioaallon tehotiheys vaimenee nopeasti (neliöllisesti) antennista kauemmas siirryttäessä. Kauempana sijaitsevien lukuisten lähteiden aiheuttama yhteenlaskettu altistus on vain prosentteja yhden tai muutaman lähimmän lähteen aiheuttaman altistuksen päälle.

Esimerkiksi korvalla olevan matkapuhelimen aiheuttama SAR-arvo voi olla sata kertaa suu-

rempaa kuin metrin päässä olevan WLAN-tukiaseman, vaikka näiden laitteiden lähetysteho on suunnilleen sama. Vastaavasti sadan metrin päässä olevan matkapuhelintukiaseman aiheuttama altistuminen on sata kertaa pienempää kuin samanlaisen, kymmenen metrin päässä sijaitsevan tukiaseman aiheuttama altistuminen.

Kokonaisaltistuminen ei riipu suoraviivaisesti esimerkiksi asuin- ympäristöstä. Kaupunkialueella on usein selvästi enemmän erilaisia lähteitä kuin maaseudulla. Kaupungissa lähettimien peittoalueet ja lähetystehot ovat kuitenkin vastaavasti selvästi pienempiä, joten kokonaisaltistuminen ei välttämättä muodostu sen suuremmaksi.

Tekniikan kehitys on lisännyt erilaisten lähteiden ja langatto-

masti siirrettävän tiedon määrää suuresti. Lisäksi uudet mobiilikäytössä toimivat teknologiat vaativat enemmän tukiasemia. Toisaalta uusien laitteiden tehokkaampi virheenkorjaus, tiedon pakkaus ja tiheämpi tukiasemaverkosto mahdollistavat saman tietomäärän siirtämisen huomattavasti pienemmällä teholla. Tämän vuoksi kokonaisaltistuminen ei kasva ainakaan samaa vauhtia kuin teknisten sovellusten lukumäärä. Hyvänä esimerkkinä tästä ovat kolmannen sukupolven matkapuhelimet, joiden aiheuttama altistumistaso on kehittyneemmän tehonsäädön vuoksi tyypillisessä käyttötilanteessa selvästi matalampi kuin GSM-puhelinten.

Radiotaajuista säteilyä tuottavia laitteita on nykyään kaikkialla elinympäristössämme. Esimerkiksi matkapuhelimet, mikroaaltouunit, langattomat internetyhteydet, tutkat ja TV-lähetykset perustuvat radioaaltoihin.

Normaaliolosuhteissa suurimman altistumisen radiotaajuiselle säteilylle aiheuttavat kehossa kiinni pidettävät laitteet, kuten matkapuhelimet ja muut langattomat päätelaitteet. Kauempana ihmisistä olevien lähettimien, esimerkiksi matkapuhelintukiasemien tai yleisradiolähettimien, aiheuttama altistuminen on tyypillisesti tuhansia kertoja alemmalla tasolla.

Pitkäaikaisen altistumisen aiheuttamista terveyshaitoista ei ole tähän mennessä saatu pitävää tieteellistä näyttöä, mutta halutessaan omaa altistumistaan voi usein vähentää varsin helposti.



Laippatie 4, 00880 Helsinki
Puh. (09) 759 881, fax (09) 759 88 500
www.stuk.fi

Vammalan Kirjapaino Oy
Helsinki 2009